

19.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 1 月 2 0 日

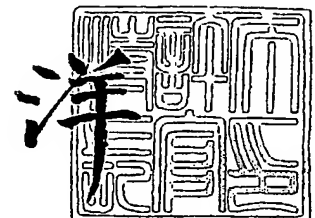
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 9 0 7 4 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 9 0 7 4 2]

出 願 人
Applicant(s): 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司

2 0 0 5 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 9 7 9 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH156311
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H04J 7/02
H04J 14/02
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 菊島 浩二
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100119677
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岡田 賢治
 【電話番号】 03-3575-2752
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115794
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 今下 勝博
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 202154
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0309080

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

光伝送路を介して接続される送信装置及び受信装置を有する波長多重伝送システムであって、

前記送信装置は、入力信号をそれぞれ異なる波長の光信号で送信する $(N+M)$ 個（但し、 N は 2 以上の整数、 M は 1 以上 N 以下の整数である。）の光送信機と、

前記入力信号のうちの M 個の入力信号をそれぞれ差動分配して、前記 $(N+M)$ 個の光送信機のうちの $2 \times M$ 個の光送信機にそれぞれ入力する M 個の差動分配器と、

前記 $(N+M)$ 個の光送信機からの $(N+M)$ 個の光信号を波長多重して出力する波長多重フィルタと、を備え、

前記受信装置は、前記波長多重された光信号を波長分離して $(N+M)$ 個の光信号を出力する波長分離フィルタと、

前記波長分離フィルタからの $(N+M)$ 個の光信号をそれぞれ受信して出力信号を出力する $(N+M)$ 個の光受信機と、

前記 $(N+M)$ 個の光受信機のうち差動分配して送信された対の光信号を受信する 2 個の光受信機からの出力信号を差動合成して 1 個の信号を出力する M 個の差動合成器と、を備えることを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項 2】

前記送信装置は、1 の差動分配器からの対応する 2 個の信号を、隣接する波長の光信号で送信する 2 個の光送信機にそれぞれ入力することを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重伝送システム。

【請求項 3】

前記受信装置は、さらに前記差動合成器の前段に、対の光信号の光伝送路での遅延時間差を調整する遅延時間調整器を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重伝送システム。

【請求項 4】

入力信号をそれぞれ異なる波長の光信号で送信する $(N+M)$ 個（但し、 N は 2 以上の整数、 M は 1 以上 N 以下の整数である。）の光送信機と、

前記入力信号のうちの M 個の入力信号をそれぞれ差動分配して、前記 $(N+M)$ 個の光送信機のうちの $2 \times M$ 個の光送信機にそれぞれ入力する M 個の差動分配器と、

前記 $(N+M)$ 個の光送信機からの $(N+M)$ 個の光信号を波長多重して出力する波長多重フィルタと、を備える送信装置。

【請求項 5】

1 の差動分配器からの対応する 2 個の信号を、隣接する波長の光信号で送信する 2 個の光送信機にそれぞれ入力することを特徴とする請求項 4 に記載の送信装置。

【請求項 6】

波長多重された光信号を波長分離して $(N+M)$ 個（但し、 N は 2 以上の整数、 M は 1 以上 N 以下の整数である。）の光信号を出力する波長分離フィルタと、

前記波長分離フィルタからの $(N+M)$ 個の光信号をそれぞれ受信して出力信号を出力する $(N+M)$ 個の光受信機と、

前記 $(N+M)$ 個の光受信機のうち対の光信号を受信する 2 個の光受信機からの出力信号を差動合成して 1 個の信号を出力する M 個の差動合成器と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 7】

前記差動合成器の前段に、対の 2 個の光信号の光伝送路での遅延時間差を調整する遅延時間調整器をさらに設けたことを特徴とする請求項 6 に記載の受信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】波長多重伝送システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長多重した光信号の伝送に使用する波長多重伝送システム並びに当該波長多重伝送システムに適用する送信装置及び受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図1に一般的な波長多重伝送システムの構成例を示す（例えば、非特許文献1、2、3、4、5、6、7、8参照。）。3波長を波長多重した例である。入力端子191、192及び193から入力された電気信号7a、7b、7cの3個の信号が、光送信機111、112、113によりそれぞれ波長の異なる光信号7A、7B、7Cに変換されて伝送される。それらの光信号が、波長多重フィルタ131によって波長多重されて1つの波長多重信号に変換され、光伝送路151を伝送される。伝送された波長多重信号は波長分離フィルタ132によってそれぞれの波長の光信号に分離されて、光受信機121、122、123で出力端子194、195、196からそれぞれ出力される。

【0003】

このような波長多重伝送システム171では、光伝送路151又は波長分離フィルタ132で波長間の漏話が発生することがある。漏話が発生すると、漏話成分が信号に重畳されるため、光信号の劣化につながる事となる（例えば、非特許文献1、2、3、4、5、6、7参照。）。

【0004】

一例として、図2に3波長を波長多重した場合の信号の流れを模式的に示した。信号7a、7b、7cは、波長多重伝送システム171に入力した電気信号である。これらの電気信号はそれぞれ、入力端子191から入力されて光送信機111へ、入力端子192から入力されて光送信機112へ、入力端子193から入力されて光送信機113へ入力される。光信号7A、7B、7Cがそれぞれの光送信機から出力され、伝送される。光信号の伝送において、光信号7A、7B、7Cの波長間で漏話があれば、光受信機121、122、123から、それぞれ信号7a、7b、7cが出力される。

【0005】

光信号の伝送において漏話があるときの3波長の波長多重伝送システムにおける信号の流れを図3に模式的に示す。信号7a、7b、7cは、波長多重伝送システム171に入力した電気信号である。これらの電気信号はそれぞれ、入力端子191から入力されて光送信機111へ、入力端子192から入力されて光送信機112へ、入力端子193から入力されて光送信機113へ入力される。光信号7A、7B、7Cがそれぞれの光送信機から出力され、伝送される。光信号7A、7B、7Cの波長間で漏話があるとき、光受信機121、122、123からは、それぞれ、信号7a、7b、7cの他に、漏話成分が出力される。すなわち、光受信機121の出力端子194からは信号7aの他に光信号7B、7Cからの電気レベルの漏話成分9ba、9caが出力される。また、光受信機122の出力端子195からは信号7bの他に光信号7A、7Cからの電気レベルの漏話成分9ab、9cbが出力される。また、光受信機123の出力端子196からは信号7cの他に光信号7A、7Bからの電気での漏話成分9ac、9bcが、出力される。

【0006】

波長間の漏話の原因には、光伝送路を構成する光ファイバの非線形性によるものとして、誘導ラマン効果（SRS、Stimulated Raman Scattering）、相互位相変調（XPM、Cross Phase Modulation）などがある（例えば、非特許文献2、3、5、7参照。）。また、波長間の漏話の原因には、光ファイバの非線形性以外にも、波長分離フィルタの波長分離特性が不十分な場合がある（例えば、非特許文献4参照。）。

【0007】

このような漏話を軽減する方法として、光伝送路で波長多重して伝送する際に、隣り合った波長の光信号の偏光方向を直交させることにより漏話を低減するものがある（例えば、特許文献1参照。）。しかし、この方法は、隣接する波長間のみ有効であり、隣接しない波長に対しては漏話を低減する効果は得られなかった。

【特許文献1】特開平8-18536号公報

【非特許文献1】K. Kikushima他著、“Signal crosstalk due to fiber nonlinearity in wavelength multiplex SCM-AM TV transmission systems,” Optical Fiber Communication Conference (OFC’95)、Post-deadline paper、PD24、1995年2月～3月

【非特許文献2】A. Li他著、“Experimental confirmation of crosstalk due to stimulated Raman scattering in WDM AM-VSB transmission systems,” Electronics Letters、vol. 31、No. 18、pp. 1538-1539、1995年8月

【非特許文献3】高知尾、他著、“不等間隔波長配置による10Gb/s、8CH WDM伝送システムの検討”電子情報通信学会 技術研究報告 CS96-43、p. 19-24、1996年6月

【非特許文献4】K-P Ho他著、“Demultiplexer crosstalk rejection requirements for hybrid WDM system with analog and digital channels,” IEEE Photonics Technology Letters、Vol. 10、No. 5、pp. 737-739、1998年5月

【非特許文献5】M. R. Phillips他著、“Crosstalk due to optical fiber nonlinearities in WDM CATV lightwave systems,” IEEE Journal of Lightwave Technology、Vol. 17、No. 10、pp. 1782-1792、1999年10月

【非特許文献6】柴田他著、“FM一括変換方式を用いた光映像分配システム、”電子情報通信学会論文誌B、Vol. J. 83-B、No. 7、pp. 948-959、2000年7月

【非特許文献7】F. Coppingger他著、“Nonlinear Raman crosstalk in a video overlay passive optical networks,” Optical Fiber Communication Conference (OFC’2003)、TuR5、2003年3月

【非特許文献8】ITU-T標準 G. 983.3 “A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation,” ITU-T

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、波長多重伝送における波長間の漏話を低減し、光信号の劣化を軽減することの可能な波長多重伝送システム並びに当該波長多重伝送システムに適用する送信装置及び受信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る波長多重伝送システムは、送信装置で1個の入力信号を2つに差動分配し

、それらをそれぞれ光信号に変換して波長多重伝送する。本波長多重伝送システムにおいて漏話が発生した場合、漏話がこの2つの光信号に重畳される。この漏話は、極性の反転した信号のそれぞれに一樣に重畳される。このため、受信装置で光信号から電気信号に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。これにより、漏話による光信号の劣化を軽減することのできる波長多重伝送システム並びに送信装置及び受信装置が可能になる。

【0010】

具体的には、本発明に係る波長多重伝送システムは、光伝送路を介して接続される送信装置及び受信装置を有し、前記送信装置は、入力信号をそれぞれ異なる波長の光信号で送信する($N+M$)個(但し、 N は2以上の整数、 M は1以上 N 以下の整数である。)の光送信機と、前記入力信号のうちの M 個の入力信号をそれぞれ差動分配して、前記($N+M$)個の光送信機のうちの $2 \times M$ 個の光送信機にそれぞれ入力する M 個の差動分配器と、前記($N+M$)個の光送信機からの($N+M$)個の光信号を波長多重して出力する波長多重フィルタと、を備え、前記受信装置は、前記波長多重された光信号を波長分離して($N+M$)個の光信号を出力する波長分離フィルタと、前記波長分離フィルタからの($N+M$)個の光信号をそれぞれ受信して出力信号を出力する($N+M$)個の光受信機と、前記($N+M$)個の光受信機のうち差動分配して送信された対の光信号を受信する2個の光受信機からの出力信号を差動合成して1個の信号を出力する M 個の差動合成器と、を備えることを特徴とする。

【0011】

該送信装置は、差動分配して極性を反転させた $2 \times M$ 個の電気信号を光信号に変換し、送信する。そして該受信装置でそれら $2 \times M$ 個の光信号をそれぞれ電気信号に変換した後、極性の反転した対ごとに M 個の信号に差動合成する。光受信機から出力される信号は、漏話成分が一樣に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間で差が少ない。このため、受信装置で光信号から電気信号に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。したがって、差動分配器から差動合成器の間で発生した漏話を低減し、信号の劣化を軽減する波長多重伝送システムの提供が可能になる。なお、光受信機は、受信した光信号から時間軸及び振幅軸を識別して、信号を再出力するものではない。

【0012】

前記送信装置は、1の差動分配器からの対応する2個の信号を、隣接する波長の光信号で送信する2個の光送信機にそれぞれ入力することを特徴とする。光伝送路で使用される光ファイバの非線形性により発生した漏話は、2個の光信号の波長が最も近いときに、漏話の影響が似てくる。したがって、差動分配した対の信号を隣接する波長の光信号で送信することにより、光受信機から出力される信号に重畳される漏話成分を最も似させることができる。これにより、光ファイバの非線形性による漏話を効果的に低減する波長多重伝送システムの提供が可能になる。

【0013】

前記受信装置は、さらに前記差動合成器の前段に、対の光信号の光伝送路での遅延時間差を調整する遅延時間調整器を設けたことを特徴とする。遅延時間差は、波長分散によって生じる。遅延時間調整器が、差動分配器から出力された極性の反転した2個の信号の該受信装置に到達する遅延時間差を調整する。これにより、信号成分の時間軸を一致させて信号を加算することができるので、波長分散によって光信号が劣化しても、差動合成によって漏話成分を相殺しかつ信号を再生させることができる。したがって、波長分散によって光信号が劣化する高密度波長多重伝送や広帯域の波長多重伝送においても、漏話を低減し、かつ光信号の劣化を軽減する波長多重伝送システムの提供が可能になる。

【0014】

本発明に係る送信装置は、入力信号をそれぞれ異なる波長の光信号で送信する($N+M$)個(但し、 N は2以上の整数、 M は1以上 N 以下の整数である。)の光送信機と、前記入力信号のうちの M 個の入力信号をそれぞれ差動分配して、前記($N+M$)個の光送信機

のうちの $2 \times M$ 個の光送信機にそれぞれ入力する M 個の差動分配器と、前記 $(N+M)$ 個の光送信機からの $(N+M)$ 個の光信号を波長多重して出力する波長多重フィルタと、を備えることを特徴とする。

【0015】

該送信装置は、極性を反転させた $2 \times M$ 個の電気信号を光信号に変換し、送信する。光伝送路51で漏話があるとき、受信装置でそれら $2 \times M$ 個の信号をそれぞれ電気信号に変換した後、極性の反転した対ごとに M 個の信号に差動合成する。光受信機から出力される信号は、漏話成分が一様に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置で光信号から電気信号に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。これにより、差動分配器から差動合成器の間で発生した漏話を低減し、信号の劣化を軽減する送信装置の提供が可能になる。

【0016】

前記送信装置は、1の差動分配器からの対応する2個の信号を、隣接する波長の光信号で送信する2個の光送信機にそれぞれ入力することを特徴とする。光伝送路で使用される光ファイバの非線形性により発生した漏話は、2個の光信号の波長が最も近いときに、漏話の影響が似てくる。したがって、差動分配した対の信号を隣接する波長の光信号で送信することにより、光受信機から出力される信号に重畳される漏話成分を最も似させることができる。これにより、前記送信装置について、光ファイバの非線形性による漏話を効果的に低減する送信装置の提供が可能になる。

【0017】

本発明に係る受信装置は、波長多重された光信号を波長分離して $(N+M)$ 個（但し、 N は2以上の整数、 M は1以上 N 以下の整数である。）の光信号を出力する波長分離フィルタと、前記波長分離フィルタからの $(N+M)$ 個の光信号をそれぞれ受信して出力信号を出力する $(N+M)$ 個の光受信機と、前記 $(N+M)$ 個の光受信機のうち対の光信号を受信する2個の光受信機からの出力信号を差動合成して1個の信号を出力する M 個の差動合成器と、を備えることを特徴とする。

【0018】

該受信装置は、極性を反転させた $2 \times M$ 個の光信号が入力するとき、受信装置でそれら $2 \times M$ 個の信号をそれぞれ電気信号に変換した後、極性の反転した対ごとに M 個の信号に差動合成する。光受信機から出力される信号は、漏話成分が一様に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置で光信号から電気信号に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。これにより、送信装置から受信装置に入力されるまでの間で発生した漏話を低減した、信号の劣化を軽減する受信装置の提供が可能になる。なお、光受信機は、受信した光信号から時間軸及び振幅軸を識別して、信号を再出力するものではない。

【0019】

前記受信装置は、前記差動合成器の前段に、対の2個の光信号の光伝送路での遅延時間差を調整する遅延時間調整器をさらに設けたことを特徴とする。遅延時間差は主に波長分散によって生じる。遅延時間調整器が、差動分配器から出力された極性の反転した $2 \times M$ 個の信号の該受信装置に到達する遅延時間差を調整する。これにより、光受信機から出力された信号成分の時間軸を一致させて信号を加算することができるので、波長多重伝送の際に波長分散によって光信号が劣化しても、差動合成によって漏話成分を相殺しかつ信号を再生させることができる。したがって、波長分散によって光信号が劣化する高密度波長多重伝送や広帯域の波長多重伝送においても、漏話を低減し、かつ光信号の劣化を軽減する波長多重伝送システムの提供が可能になる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によると、送信装置で差動分配した2つの信号を送信し、受信装置でそれらの対の信号を差動合成することで、漏話を低減し、信号の劣化を軽減することが可能な波長多

重伝送システム並びに送信装置及び受信装置の提供が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】

波長多重伝送システムの一例について、図4を用いて説明する。図4は、Nを3、Mを1としたときの波長多重伝送システム71の構成例を説明する図である。

【0023】

波長多重伝送システム71は、光伝送路51を介して接続される送信装置61及び受信装置62を有する。送信装置61は、4個の光送信機11、12、13及び14と、1個の差動分配器41と、波長多重フィルタ31と、を備える。光送信機11、12、13及び14は、入力信号をそれぞれ異なる波長の光信号で送信する。差動分配器41は、入力信号1a、1b、1cのうちの1個の入力信号1bを信号1bと、極性の反転した1b-とに差動分配して、4個の光送信機11、12、13及び14のうちの2個の光送信機12、13にそれぞれ入力する。波長多重フィルタ31は、光送信機11、12、13及び14からの4個の光信号を波長多重して出力する。受信装置62は、波長分離フィルタ32と、4個の光受信機21、22、23及び24と、1個の差動合成器42と、を備える。波長分離フィルタ32と、波長多重された光信号を波長分離して4個の光信号を出力する。光受信機21、22、23及び24は、波長分離フィルタ32からの4個の光信号をそれぞれ受信して出力信号を出力する。差動合成器42は、前記4個の光受信機21、22、23及び24のうち差動分配して送信された対の光信号を受信する2個の光受信機22、23からの信号1b及び1b-を差動合成して1個の信号1bを出力する。

【0024】

入力端子91、92、93は、送信装置61に備わる入力端子であり、波長多重伝送システムへの入力信号1a、1b、1cがそれぞれの入力端子に入力される。差動分配器41は、入力された信号の極性を反転させた差動信号を発生して、入力信号と差動信号の2つの信号を出力する。差動分配器41は、差動信号を発生することができるものであり、送信装置に含まれる回路の一部であってもよい。差動分配器41は、出力する信号の振幅を可変できるものでもよい。

【0025】

光送信機11、12、13及び14は、入力信号を所定の波長の光信号に変換して出力する。それぞれの光送信機から出力する波長があらかじめ決められているものでよい。光送信機からの出力する波長を外部から設定することができるものでもよく、波長を可変にすることで光送信機や送信装置を増設して光伝送路51での波長多重数を増やすこともできるようになる。光送信機11、12、13及び14から出力する光信号の偏向を可変にした、偏波多重が可能なものでもよい。

【0026】

波長多重フィルタ31は、複数の波長の光信号を波長多重し、1つの光信号である波長多重信号を出力する。波長多重フィルタ31は、導波路フィルタやカプラー、プリズムなどの光を束ねる手段を用いた従来のものでよい。偏波多重に対応するものを用いて、波長多重信号をさらに高密度化してもよい。

【0027】

光伝送路51は、送信装置と受信装置の間に配置され、光信号を伝送する。光伝送路51は、光ファイバ、コネクタ、スイッチなどの光伝送手段であり、波長多重信号を伝送することができるものである。光伝送手段は、分散補償ファイバ、増幅器などの光信号補正手段が含まれていてもよい。

【0028】

波長分離フィルタ32は、波長多重信号を波長ごとに分離して出力する。導波路フィルタ、カプラー及びプリズムなどの1つの光を波長ごとに分離できる従来のものでよい。

【0029】

光受信機 21、22、23 及び 24 は、光信号を電気信号に変換する。出力信号の振幅を所定の振幅に調整することのできるものでもよい。また、時間軸を識別して、所定の信号と同期させることができるものでもよい。ただし、受信した光信号から時間軸及び振幅軸を識別して、信号を再出力するものではない。

【0030】

差動合成器 42 は、送信装置で差動分配された 2 つの信号を 1 つの信号に合成する。差動合成のできるものであり、受信装置に含まれる回路の一部であってもよい。

【0031】

図 4 において、入力端子 91、93 から入力された入力信号 1a、1c は、それぞれ、光送信機 11、14 で光信号 1A、1C に変換され、波長多重フィルタ 31 に出力される。入力端子 92 から入力された入力信号 1b は、差動分配器 41 で、極性の反転した電気信号 1b と 1b- とに変換され、それぞれ差動分配器 41 から出力される。光送信機 12 は、差動分配器 41 から出力された電気信号 1b を光信号 1B に変換する。光送信機 13 は、差動分配器 41 から出力された電気信号 1b- を光信号 1B- に変換する。波長多重フィルタ 31 は、光送信機 11、12、13 及び 14 から出力された光信号 1A、1B、1B- 及び 1C を波長多重し、波長多重した波長多重信号を光伝送路 51 に出力する。

【0032】

前述したように、送信装置 61 では、差動分配器 41 で極性の反転した 2 つの信号 1b と 1b- を発生させ、それぞれを光信号 1B と 1B- に変換して光伝送路 51 に出力する。光受信機 22、23 から出力される信号は、漏話成分が一様に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置 62 で光信号 1B 及び 1B- から電気信号 1b 及び 1b- に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。このように、送信装置に差動分配器を配置することで、差動分配器から差動合成器の間で発生した漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる送信装置の提供が可能になる。

【0033】

なお、この例では、N を 3、M を 1 としたが、N は 2 以上の整数で、M は 1 以上 N 以下の整数であればよい。N を 3、M を 2 とすれば、M の数が増えるだけ差動分配及び差動合成する信号を増やすことができる。これにより、波長多重伝送信号のなかで漏話の影響が多きい波長についてのみ、差動分配器及び差動合成器を設けて漏話を低減することもできる。

【0034】

さらに、N 及び M を 3 にしたとき、すなわち N 個の入力信号に対して N 個の差動分配器及び差動合成器を設置したときは、すべての入力信号に対して漏話を低減することができる。

【0035】

また、差動分配器から出力した極性の反転した対の信号を、同じ波長で偏光方向の異なる 2 つの光信号を用いて伝送してもよい。また、送信装置は、波長多重だけでなく時間多重の機能をさらに備えたものでもよい。波長多重フィルタは 1 つに限定しない。波長多重フィルタを複数設けることで、複数箇所との波長多重信号の伝送が可能になる。送信装置の入力端子は、電気信号に対応したものに限定せず、光信号の入力端子を設けてもよい。

【0036】

送信装置 61 は、1 の差動分配器からの対応する 2 個の信号を、隣接する波長の光信号で送信する 2 個の光送信機にそれぞれ入力することが好ましい。即ち、光送信機 12 及び 13 から出力される光信号の波長を、波長多重で隣接する波長にする。光伝送路 51 で使用される光ファイバの非線形性により発生した漏話は、2 個の光信号の波長が最も近いときに、漏話の影響が似てくる。したがって、差動分配した対の信号 1b 及び 1b- を変換した光信号 1B 及び 1B- を隣接する波長で送信することにより、光受信機 22、23 から出力される信号に重畳される漏話成分を最も似させることができる。この結果、信号 1b 及び 1b- に含まれる漏話成分を近づけることができるので、光ファイバの非線形性に

よる漏話を効果的に低減することができる。

【0037】

図4において、波長分離フィルタ32は、光伝送路51を伝送された波長多重信号を波長ごとに光信号1A、1B、1B-及び1Cに分離する。光受信機21、22、23及び24は、波長ごとに分離された光信号1A、1B、1B-及び1Cの光信号を電気信号1a、1b、1b-及び1cに変換して出力する。差動合成器42は、光受信機22、23からの2個の信号1bと1b-とを差動合成して信号1bを出力する。出力端子94、95、96は、受信装置62の出力端子であり、光受信機21からの出力信号1aを出力端子94から、差動合成器42からの出力信号1bを出力端子95から、光受信機24からの出力信号1cを出力端子96から出力する。

【0038】

前述したように、受信装置62は、差動合成器42で、光受信機22、23から出力された2個の信号1bと1b-とを差動合成する。光受信機22、23から出力される信号は、漏話成分が一様に重畳されていて、漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置62で光信号1B及び1B-から電気信号1b及び1b-に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。これにより、差動分配器から差動合成器の間で発生した漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる受信装置の提供が可能になる。

【0039】

なお、光受信機22、23は、信号成分の振幅軸及び時間軸を識別し、信号を再出力する機能を有するものではない。光受信機22、23の後段に振幅を検出する手段を配置してもよい。1bと1b-それぞれの振幅を同じにすることで、漏話成分を近づけることができるため、漏話を効果的に低減できる。

【0040】

図4の例では、Mを1、Nを3としたが、Nは2以上の整数で、Mは1以上N以下の整数であればよい。Nを3、Mを2とすれば、Mの数が増えるだけ差動分配及び差動合成する信号を増やすことができる。これにより、波長多重伝送信号のなかで漏話の影響が多きい波長についてのみ、差動分配器及び差動合成器を設けて漏話を低減することもできる。N、Mともに3であるとき、すなわちN個の信号に対してN個の差動合成器を設けた場合、伝送するN個の信号すべてを極性の反転した2N個の信号として送信して、すべての信号の漏話を低減することができる。

【0041】

波長分離フィルタは1つでなくてもよく、複数の波長分離フィルタを設けることで複数箇所からの光信号を受信することができる。波長分離フィルタで分離した光の信号の一部は、光信号のまま受信装置から出力できるようにしてもよい。さらに、受信装置は、時間多重した信号を分離し、受信できるものでもよい。

【0042】

受信装置の他の実施形態を図6に示す。図6は、他の受信装置の構成を説明する図である。図4と図6の違いは、受信装置64に含まれる差動合成器42の前段に、対の光信号の光伝送路での遅延時間差を調整する遅延時間調整器49がさらに設けられていることである。遅延時間差は主に波長分散によって生じる。光受信機22及び23の出力端子がそれぞれ遅延時間調整器49の入力端子に接続され、遅延時間調整器49の出力端子は差動合成器42に接続される。遅延時間調整器49は、光受信機22、23から出力された信号1bと1b-との遅延時間差を調整し、差動合成器42に出力する。これにより、差動分配器41で差動分配された信号1bと1b-とを時間軸を一致させて差動合成できる。したがって、光伝送路51で生じた波長分散による漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる受信装置の提供が可能になる。

【0043】

図4に示す波長多重伝送システム71を用いたときの信号1a、1b、1cの流れを図5に模式的に示す。図5は信号1bに着目した信号の流れである。入力端子91から入力

された入力信号 1 a は、光送信機 1 1 で光信号 1 A に変換されて伝送された後、光受信機 2 1 で受信されて光信号 1 A から電気信号 1 a に変換され、出力端子 9 4 から出力される。入力端子 9 3 から入力された入力信号 1 c は、光送信機 1 4 で光信号 1 C に変換され伝送された後、光受信機 2 4 で受信されて光信号 1 C から電気信号 1 c に変換され、出力端子 9 6 から出力される。入力端子 9 2 から入力された入力信号 1 b は、差動分配器 4 1 に入力され、差動分配器 4 1 が信号 1 b と、信号 1 b とは極性の反転した信号 1 b- とを出力する。差動分配器 4 1 から出力された信号 1 b は、光送信機 1 2 で光信号 1 B に変換され、伝送された後、光受信機 2 2 で受信され、電気信号 1 b に変換される。差動分配器 4 1 から出力されたもう 1 つの電気信号 1 b- は、光送信機 1 3 で光信号 1 B- に変換され、伝送された後、光受信機 2 3 で受信され、電気信号 1 b- に変換される。光受信機 2 2、2 3 からそれぞれ出力された信号 1 b、1 b- は、差動合成器 4 2 で差動合成され、出力端子 9 5 から出力信号 1 b が出力される。

【0044】

各光受信機 2 1、2 2、2 3 及び 2 4 では、図 5 に示すように、光信号のほかに漏話成分が重畳された信号が受信される。光受信機 2 2 には、信号 1 B の他に、光信号 1 A、1 B- 及び 1 C による光レベルの漏話成分 4 B が入力され、漏話成分 4 B は電気信号 4 b に変換される。また光受信機 2 3 には、光信号 1 B- の他に、光信号 1 A、1 B 及び 1 C による光レベルの漏話成分 4 C が入力され、漏話成分 4 C は電気信号 4 c に変換される。この結果、光受信機 2 2 からは信号 1 b 及び漏話成分 4 b が出力され、光受信機 2 3 からは信号 1 b- 及び漏話成分 4 c が出力される。なお、簡単のため、光信号 1 A、1 B 及び 1 B- からの光信号 1 C への漏話成分並びに光信号 1 B、1 B- 及び 1 C から光信号 1 A への漏話成分は省略した。

【0045】

このように、各信号からの信号が漏れ出したのが漏話である。そのため、信号 1 B に重畳された光レベルの漏話成分 4 B と、光信号 1 B- に重畳された光レベルの漏話成分 4 C は、性質が近い。したがって、差動合成器 4 2 で信号 1 b 及び漏話成分 4 b と信号 1 b- 及び漏話成分 4 c を差動合成すると、漏話成分 4 b と 4 c はほぼ相殺され、信号 1 b 及び 1 b- が加算される。漏話成分を相殺させるのは、光受信機 2 2、2 3 の後段であるため、波長多重フィルタ、光伝送路、波長分離フィルタで発生した漏話を低減することができる。これにより、波長多重伝送システムにおける波長間の漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる。ここでは、N を 3、M を 1 として説明したが、N は 2 以上の整数、M は 1 以上 N 以下の整数であればよい。

【0046】

N が 3、M が 2 のときの波長多重伝送システムの一例について、図 7 を用いて説明する。図 7 は、図 4 に示した波長多重伝送システム 7 1 の入力信号 1 a を差動分配して伝送する波長多重伝送システム 7 2 の構成例を説明する図である。波長多重伝送システム 7 2 は、光伝送路 5 1 を介して接続される送信装置 6 5 及び受信装置 6 6 を有する。送信装置 6 5 は、図 4 に示した送信装置の構成要素に加え、差動分配器 4 3、光送信機 1 5 が配置されている。また、受信装置 6 6 は、図 4 に示した受信装置の構成要素に加えて、光受信機 2 5、差動合成器 4 4 が配置されている。波長多重伝送システム 7 2 は、入力信号 1 b に加え、さらに入力信号 1 a も漏話を低減するよう構成されている。

【0047】

波長多重伝送システム 7 2 の入力信号 1 a の流れについて説明する。入力端子 9 1 から入力された入力信号 1 a は、差動分配器 4 3 に入力される。差動分配器 4 3 は、信号 1 a を差動分配して、信号 1 a と、信号 1 a とは極性の反転した信号 1 a- とを出力する。差動分配器 4 3 から出力された信号 1 a は、光送信機 1 1 で光信号 1 A に変換され、波長多重フィルタ 3 1 に出力される。差動分配器 4 3 から出力された信号 1 a- は、光送信機 1 5 で光信号 1 A- に変換され、波長多重フィルタ 3 1 に出力される。波長多重フィルタ 3 1 は、光信号 1 A、1 A-、1 B、1 B- 及び 1 C を波長多重し、光伝送路 5 1 へ出力する。そして、光伝送路 5 1 に入力された波長多重信号は、受信装置 6 6 に入力されて

波長分離フィルタ 32 で波長ごとに分離される。そのうちの光信号 1A は、光受信機 21 で受信され、電気信号 1a に変換される。また波長分離フィルタ 32 で分離された光信号 1A- は光受信機 25 で受信されて、電気信号 1a- に変換される。光受信機 21、25 から出力された信号 1a、1a- は、差動合成器 44 で差動合成される。差動合成器 44 で差動合成された信号 1a は、受信装置の出力端子 94 から出力される。

【0048】

波長多重伝送システム 72 では、入力信号 1a と 1b を差動分配し、極性を反転させた信号 1a- と 1b- を光信号に変換して伝送した。光受信機から出力される信号は、それぞれ漏話成分が一様に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置 66 で信号 1a 及び 1a- 並びに信号 1b 及び 1b- を差動合成することで、信号 1a 及び 1b の信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。漏話成分を相殺させるのは、光受信機 21、25、22 及び 23 の後段であるため、波長多重フィルタ、光伝送路、波長分離フィルタで発生した入力信号 1a 及び 1b の漏話を低減することができる。これにより、波長多重伝送信号のなかで漏話の影響が多きい波長についてのみ、波長多重伝送システムにおける波長間の漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる。

【0049】

N が 3、M が 3 のときの波長多重伝送システムの一例について、図 8 を用いて説明する。図 8 は、図 7 に示した波長多重伝送システム 72 の入力信号 1a、1b に加え、さらに入力信号 1c も差動分配して伝送する波長多重伝送システム 73 の構成例を説明する図である。波長多重伝送システム 73 は、光伝送路 51 を介して接続される送信装置 67 及び受信装置 68 を有する。送信装置 67 は、図 7 に示した送信装置の構成要素に加え、差動分配器 45 及び光送信機 16 が配置されている。また、受信装置 68 は、図 7 に示した受信装置の構成要素に加えて、光受信機 26 及び差動合成器 46 が配置されている。

【0050】

波長多重伝送システム 73 の入力信号 1c の流れについて説明する。入力端子 93 から入力した入力信号 1c は、差動分配器 45 に入力される。差動分配器 45 は、信号 1c と、信号 1c とは極性の反転した信号 1c- とを出力する。差動分配器 45 から出力された信号 1c は、光送信機 14 で光信号 1C に変換され、波長多重フィルタ 31 に出力される。差動分配器 43 から出力された信号 1c- は、光送信機 16 で光信号 1C- に変換され、波長多重フィルタ 31 に出力される。波長多重フィルタ 31 は、光信号 1A、1A-、1B、1B-、1C、1C- を波長多重し、光伝送路 51 へ出力する。そして、光伝送路 51 を伝送された波長多重信号は、受信装置 68 に入力されて波長分離フィルタ 32 で波長ごとに分離される。そのうちの光信号 1C は、光受信機 24 で受信され、電気信号 1c に変換される。また波長分離フィルタ 32 で分離された光信号 1C- は光受信機 26 で受信されて、電気信号 1c- に変換される。光受信機 24、26 から出力された信号 1c、1c- は、差動合成器 46 で差動合成される。差動合成器 46 で差動合成された信号 1c は、受信装置の出力端子 96 から出力される。

【0051】

波長多重伝送システム 73 では、入力信号のすべてを差動分配し、光信号に変換して伝送し、受信装置で差動合成している。光受信機から出力される信号は、漏話成分が一様に重畳されていて、かつ漏話成分は信号間での差が少ない。このため、受信装置 68 ですべての光信号を電気信号に変換した後に、信号 1a 及び 1a- 並びに信号 1b 及び 1b- 並びに信号 1c 及び 1c- を差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。差動合成するのは、光受信機の後段であるため、波長多重フィルタ、光伝送路、波長分離フィルタで発生した漏話を低減することができる。これにより、波長多重伝送システムにおける波長間の漏話を低減し、信号の劣化を軽減することができる。このように、N と M の等しい、N 個の入力信号に対して N 個の差動分配器及び差動合成器を用いれば、すべての入力信号の漏話を低減することができる。

【0052】

波長多重伝送システム 71、72 及び 73 は、偏波多重フィルタ及び偏波分離フィルタを設けて、差動分配器から出力した極性の反転した対の信号を、同じ波長で偏光方向の異なる 2 つの光信号を用いて伝送してもよい。また、波長多重だけでなく時間多重の機能をさらに備えたものでもよい。波長多重フィルタ及び波長分離フィルタは 1 つでなくてもよい。複数のそれらフィルタを設けることで、複数箇所と波長多重信号による通信が可能になる。送信装置への入力端子、及び受信装置からの出力端子は、光信号を伝送するものであってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明は、片方向の波長多重伝送システムのみならず、両方向の波長多重伝送システムであって、同一方向に複数の光信号で波長多重する波長多重伝送システムにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】 波長多重伝送システムの従来の構成を示した模式図である。

【図2】 従来の波長多重伝送システムにおける信号の流れを説明する図である。

【図3】 従来の波長多重伝送システムにおける信号の流れと漏話成分を説明する図である。

【図4】 本発明の波長多重伝送システムの実施例の構成を示す図である。

【図5】 本発明の波長多重伝送システムの実施例における、信号 1b の流れと、信号 1a 及び 1c から信号 1b への漏話成分を説明する図である。

【図6】 本発明の受信装置の実施例を示す図である。

【図7】 本発明の波長多重伝送システムの他の実施例の構成を示す図である。

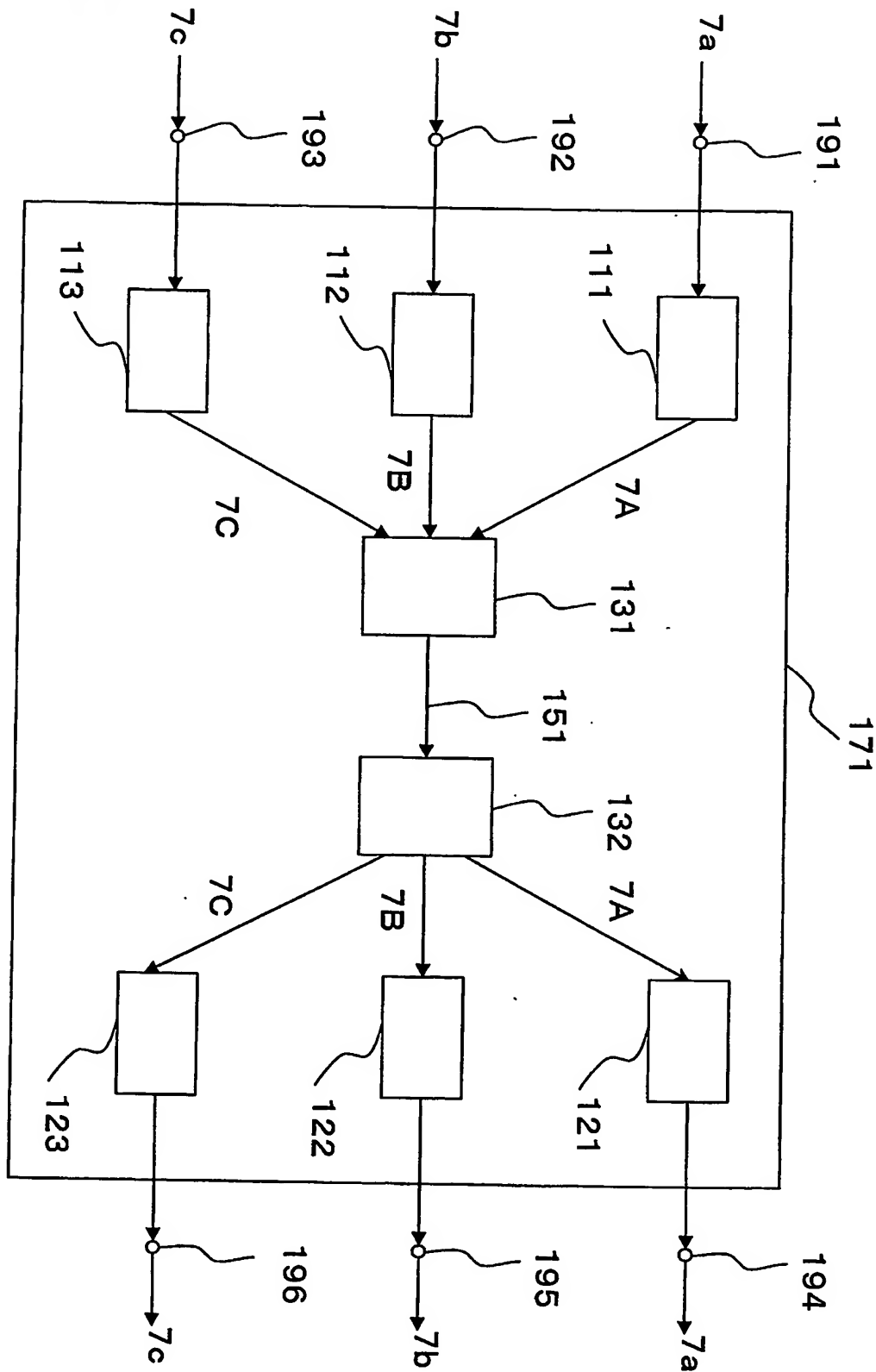
【図8】 本発明の波長多重伝送システムの他の実施例の構成を示す図である。

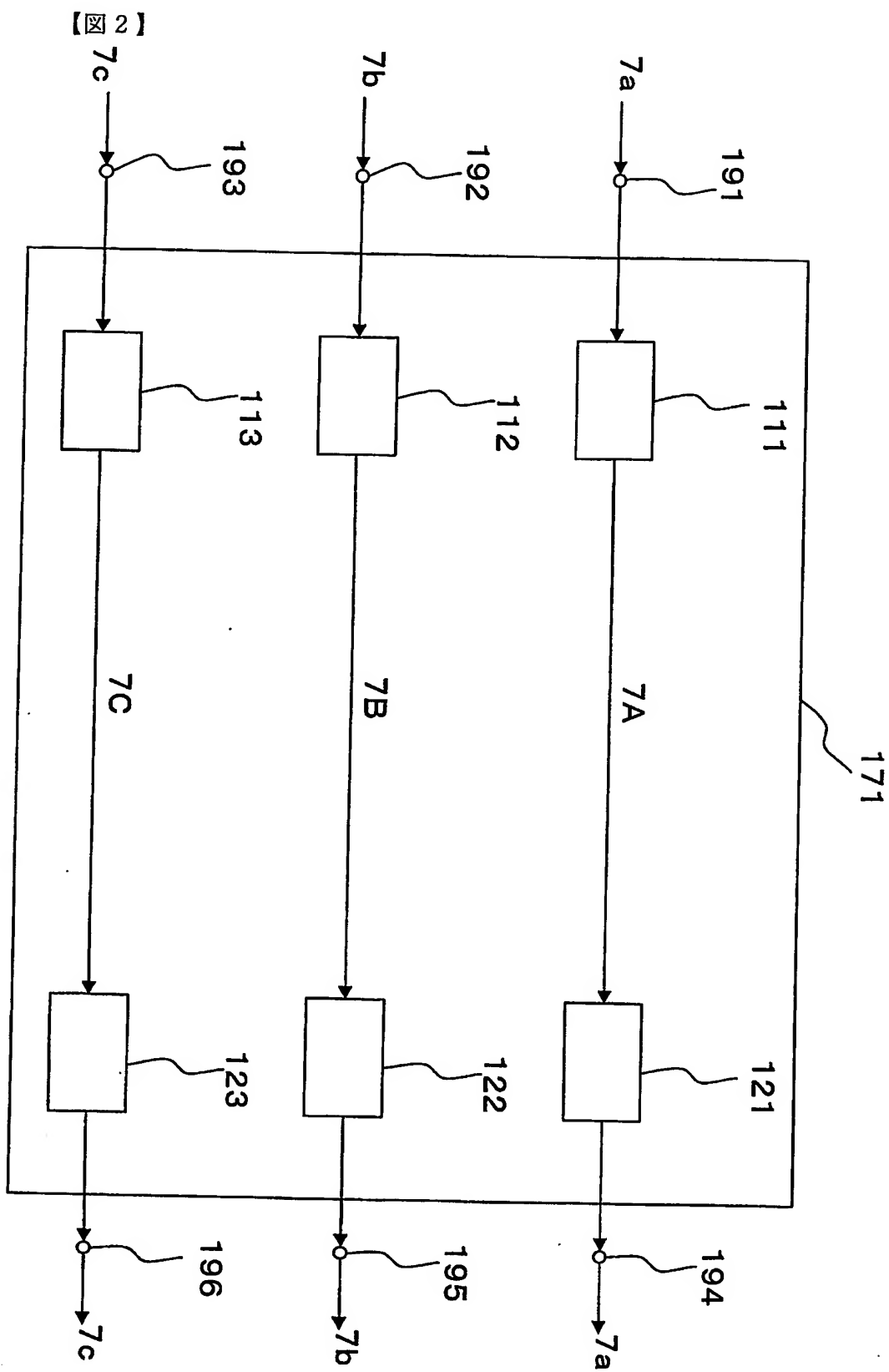
【符号の説明】

【0055】

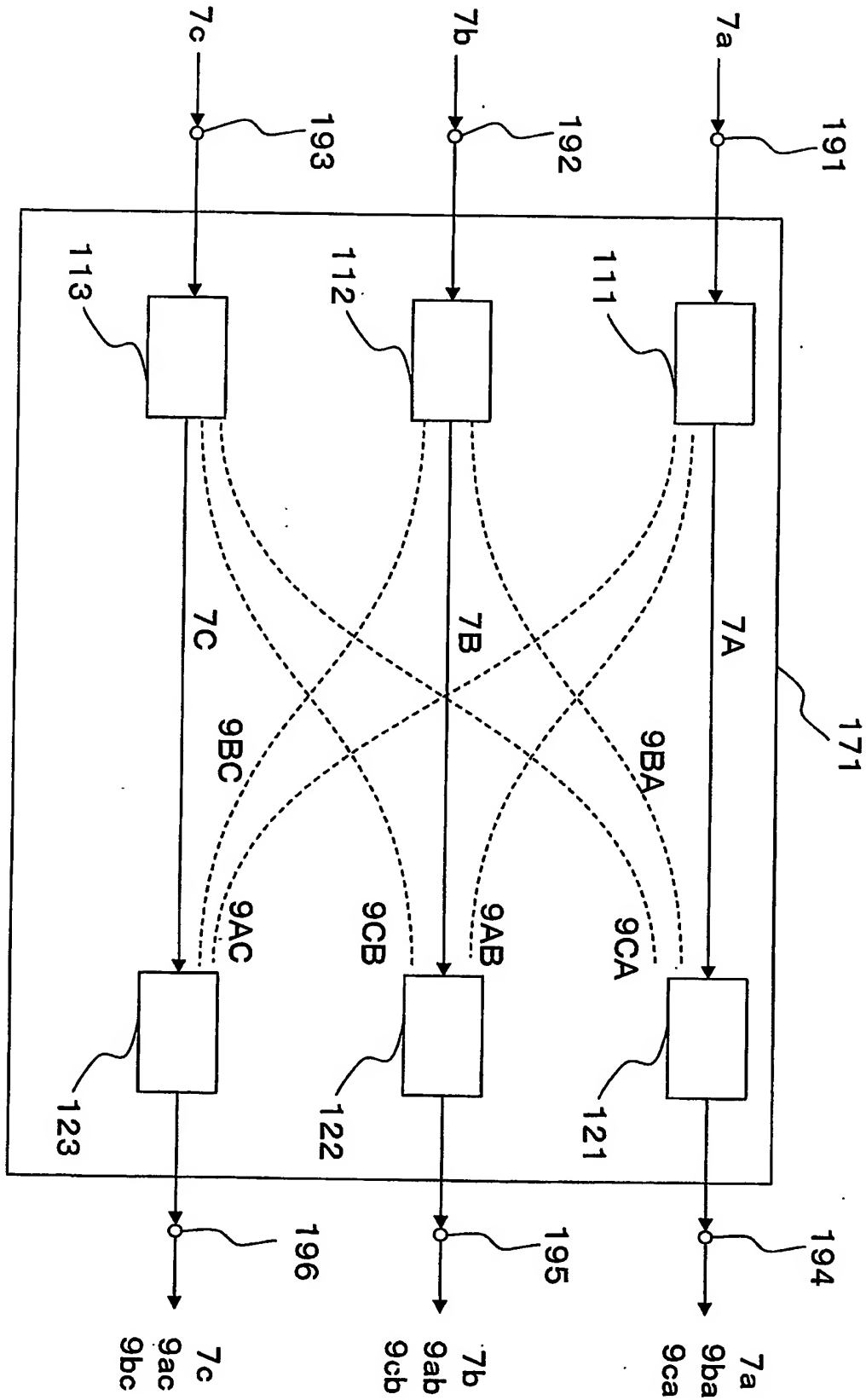
1a、1a-、1b、1b-、1c、1c-、7a、7b、7c 電気信号
1A、1A-、1B、1B-、1C、1C-、7A、7B、7C 光信号
4b、4c 電気レベルの漏話成分
4B、4C 光レベルの漏話成分
9ba、9ca、9ab、9cb、9ac、9bc 電気での漏話成分
9BA、9CA、9AB、9CB、9AC、9BC 光での漏話成分
11、12、13、14、111、112、113 光送信機
21、22、23、24、121、122、123 光受信機
31、131 波長多重フィルタ
32、132 波長分離フィルタ
41、43、45 差動分配器
42、44、46 差動合成器
49 遅延時間調整器
51、151 光伝送路
61、65、67 送信装置
62、64、66、68 受信装置
71、72、73、171 波長多重伝送システム
91、92、93、191、192、193 入力端子
94、95、96、194、195、196 出力端子

【書類名】図面
【図 1】

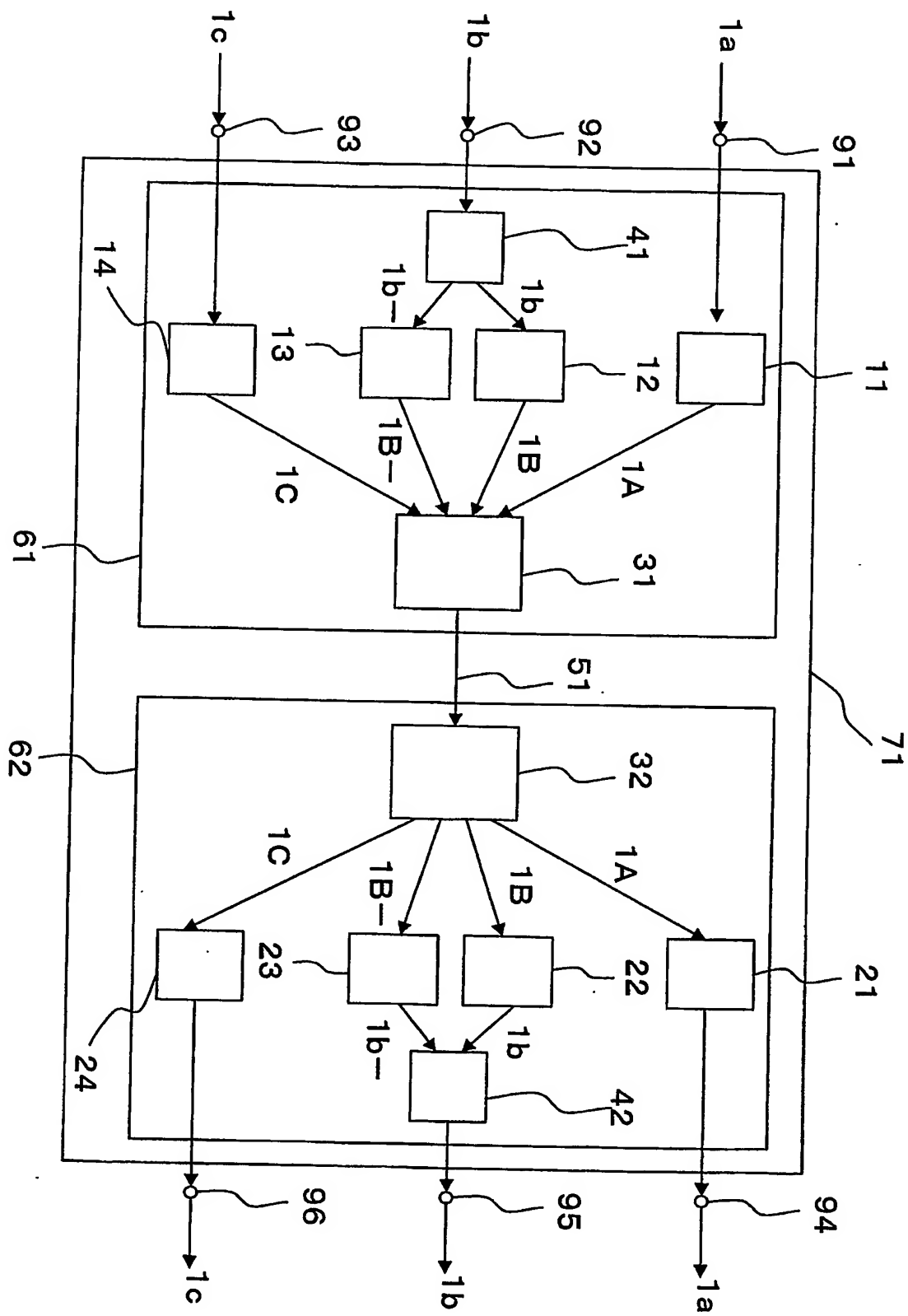




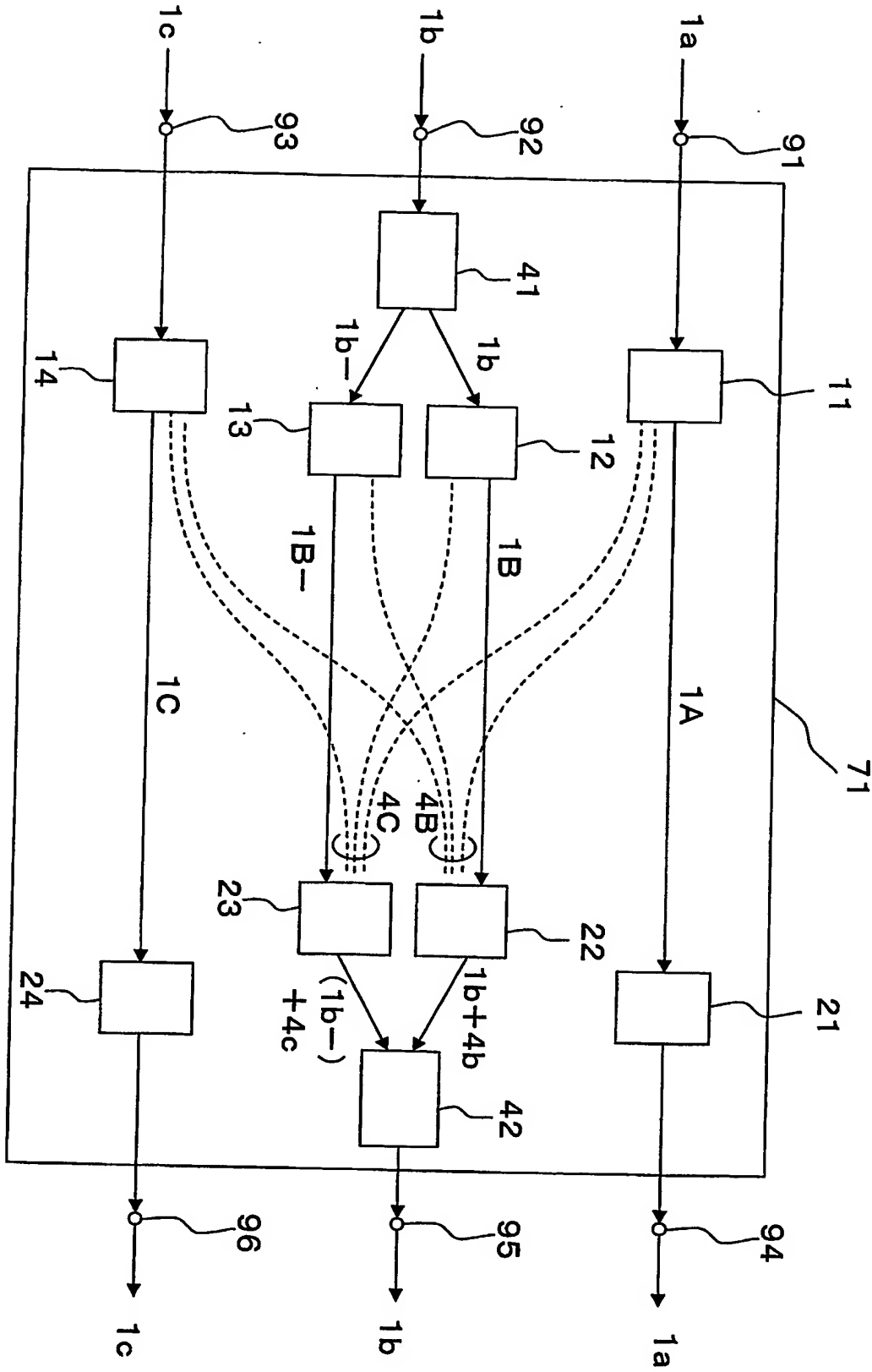
【図 3】



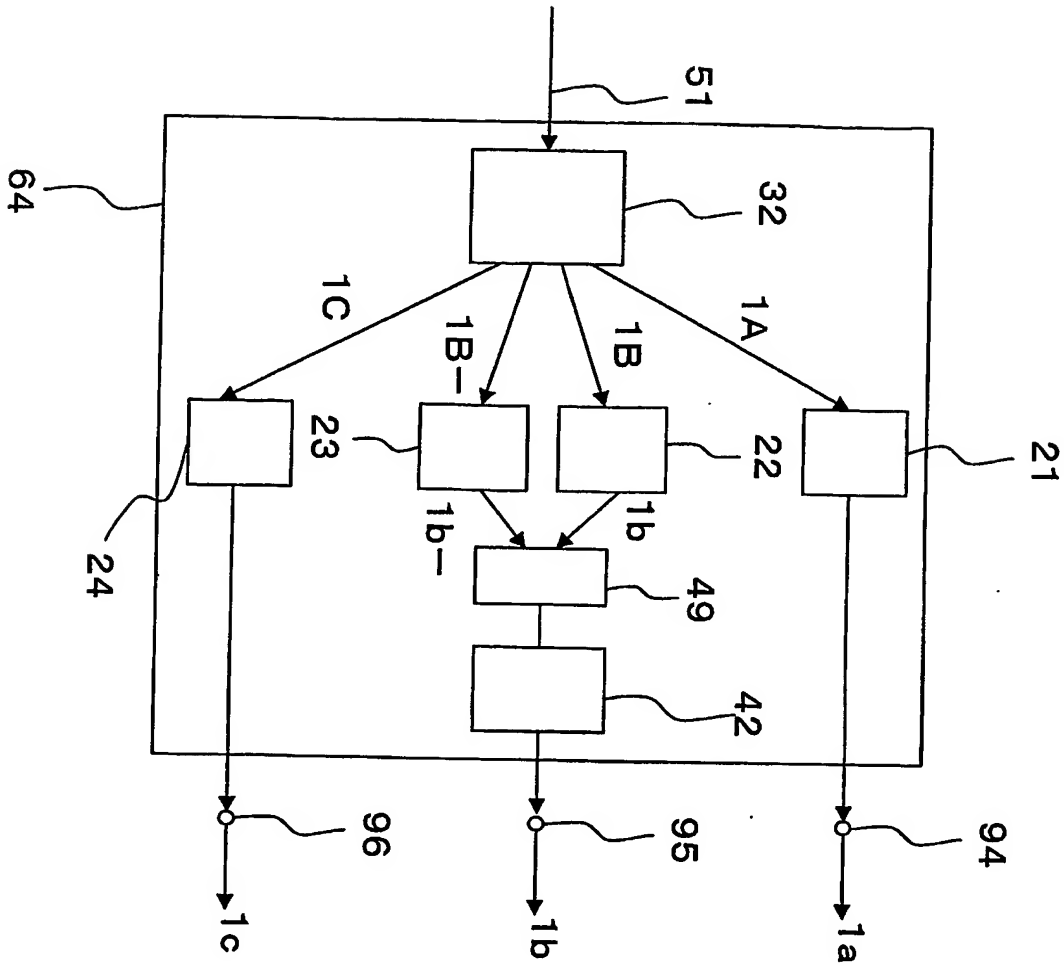
【図4】



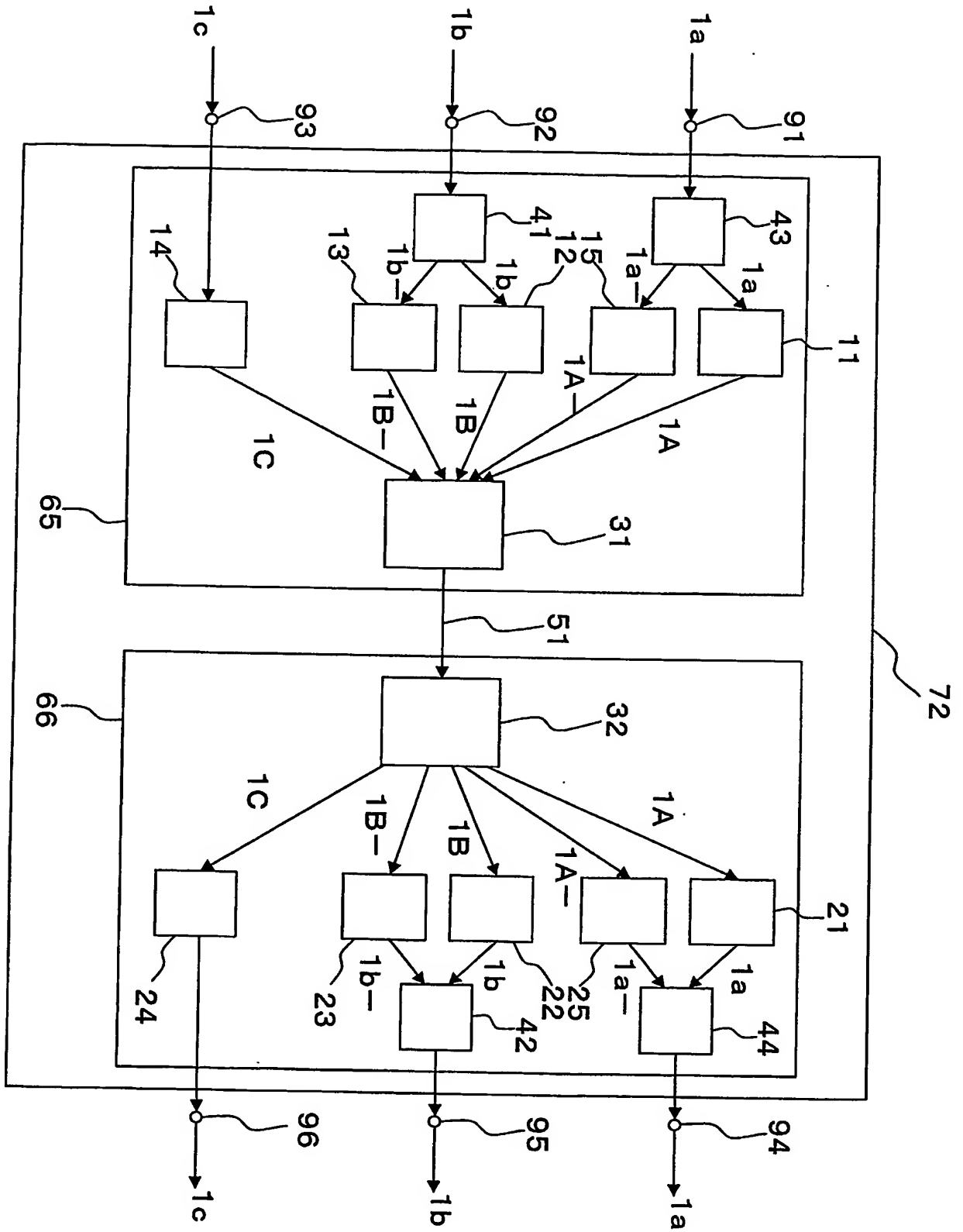
【図5】



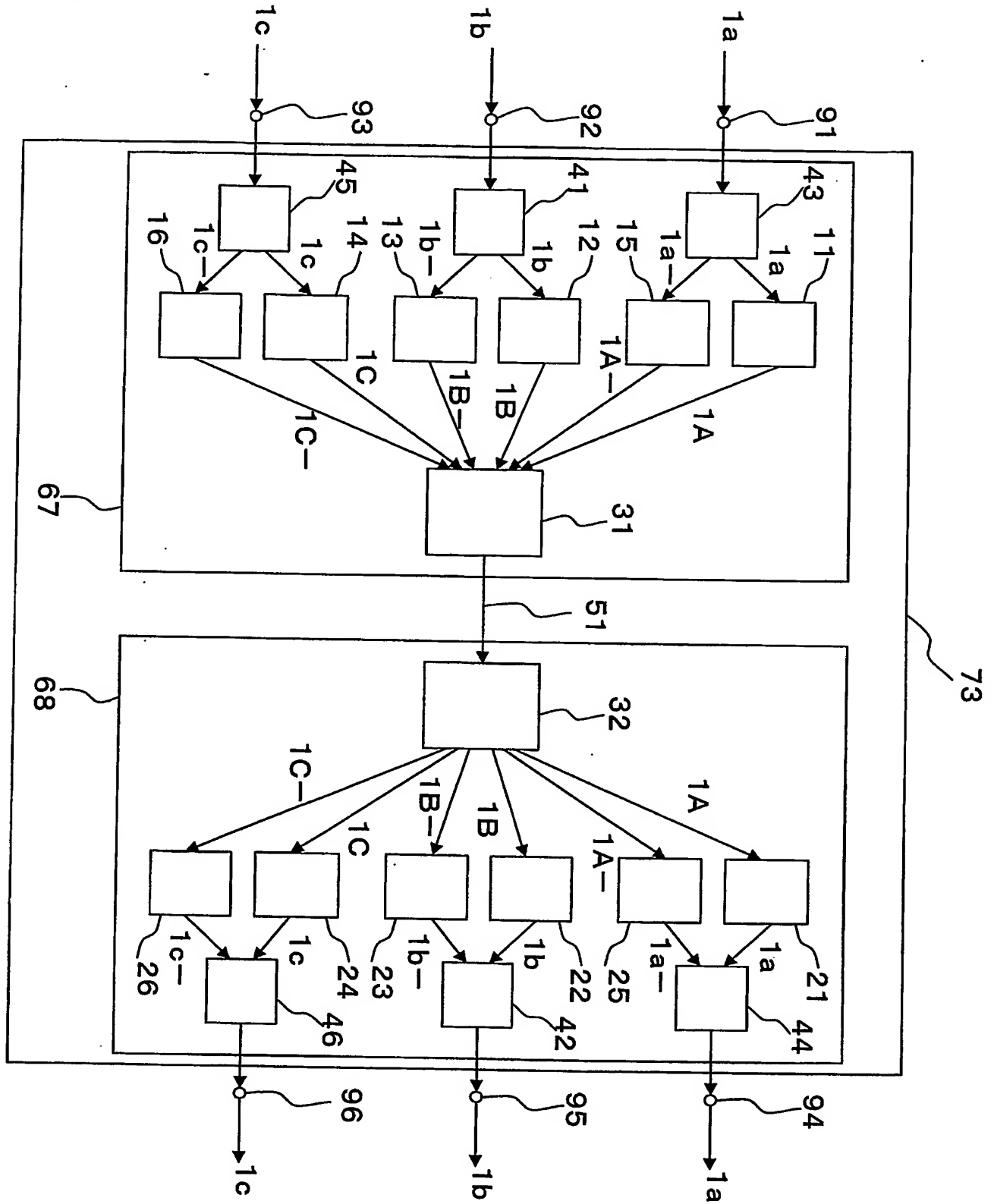
【図 6】



【図 7】



【図8】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 波長多重伝送システムにおいて、波長多重伝送における波長間の漏話を低減し、光信号の劣化を軽減することの可能とする。

【解決手段】 送信装置で1個の入力信号を2つに差動分配し、それらをそれぞれ光信号に変換して波長多重伝送する。波長多重伝送システムにおいて漏話が発生した場合、漏話がこの2つの光信号に重畳される。この漏話は、極性の反転した信号のそれぞれに一様に重畳される。このため、受信装置で光信号から電気信号に変換した後にそれらを差動合成することで、信号成分は加算されるが、漏話成分は相殺されることになる。これにより、波長多重伝送システムにおける漏話による光信号の劣化を軽減する。

【選択図】 図4

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2003-390742 |
| 受付番号 | 50301917498 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第八担当上席 0097 |
| 作成日 | 平成15年11月21日 |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年11月20日

特願 2 0 0 3 - 3 9 0 7 4 2

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017080

International filing date: 17 November 2004 (17.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-390742
Filing date: 20 November 2003 (20.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse